

DE 01 0053  
28/12

⑤  
①9 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Int. Cl. 2: H 04 N 5/21  
H 04 N 9/00



DE 27 50 173 A 1

⑪ **Offenlegungsschrift 27 50 173**

⑫ Aktenzeichen: P 27 50 173.1  
⑬ Anmeldetag: 9. 11. 77  
⑭ Offenlegungstag: 18. 5. 78

⑮ Unionspriorität:  
⑯ ⑰ ⑱ 10. 11. 76 V.St.v.Amerika 740576

⑳ **Bezeichnung:** Anordnung zum Vermindern des Rauschens in Fernsehsignalen

㉑ **Anmelder:** C B S Inc., New York, N.Y. (V.St.A.)

㉒ **Vertreter:** Bezold, D. von, Dr.; Schütz, P., Dipl.-Ing.; Heusler, W., Dipl.-Ing.;  
Pat.-Anwälte, 8000 München

㉓ **Erfinder:** Kaiser, Arthur, Trumbull; Moore, James Kenneth, Springdale; Conn.;  
Glenn jun., William E., Fort Lauderdale, Fla. (V.St.A.)

DE 27 50 173 A 1

2750173

Patentansprüche

① Anordnung zum Vermindern des Rauschens in auf einer Eingangsleitung ankommenden Fernseh-Videosignalen, gekennzeichnet durch:

eine Summierschaltung (14), die durch Addition eines ihrem ersten Eingang zugeführten ersten Signals mit einem ihrem zweiten Eingang zugeführten zweiten Signal ein Summensignal bildet;

eine erste Kopplungseinrichtung (12), die einen ersten steuerbaren Bruchteil der Amplitude des ankommenden Videosignals auf den ersten Eingang der Summierschaltung koppelt;

eine Verzögerungseinrichtung (16), die ein Summensignal von der Summierschaltung empfängt und es um eine Zeit verzögert, die im wesentlichen gleich der Periode eines Fernseh-Vollbildes ist;

eine zweite Kopplungseinrichtung (18, 20), die einen zweiten steuerbaren Bruchteil der Amplitude des von der Verzögerungseinrichtung verzögerten Signals auf den zweiten Eingang der Summierschaltung koppelt;

eine Steuereinrichtung (Fig. 2 oder Fig. 5), die den ersten und den zweiten Amplitudenbruchteil im Gleichgang als Funktion der Bewegung zwischen dem auf der Eingangsleitung ankommenden Videosignal und dem verzögerten Signal steuert, und zwar so, daß die Summe der beiden Amplitudenbruchteile gleich 1 bleibt,

so daß die Summierschaltung einen Amplitudenbruchteil jedes ankommenden Fernseh-Vollbildes mit einem Amplitudenbruchteil der Summe von Bruchteilen der vorangegangenen verzögerten Vollbilder kombiniert, um ein gemitteltes rauschverarmtes Videosignal einer Amplitude zu liefern, die gleichwer-

809820/0879

BAD ORIGINAL

2750173

daß mit der Amplitude des ankommenden Videosignals ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung eine Vergleichseinrichtung (30 bis 54) aufweist, die das ankommende Videosignal mit dem verzögerten Signal vergleicht und die beim Fühlen einer Bewegung, die innerhalb eines von praktisch verschwindend kleinem Bewegungsmaß bis zu einem vorgewählten größeren Bewegungsmaß reichenden Bereichs liegt, abhängig von der gefühlten Bewegung den zweiten Amplitudenbruchteil (a) vermindert und den ersten Amplitudenbruchteil (1-a) entsprechend erhöht, und die beim Fühlen einer das vorgewählte Bewegungsmaß überschreitenden Bewegung den zweiten Amplitudenbruchteil auf 0 vermindert (Fig. 2).
3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung eine Vergleichseinrichtung (94, 92, 90, 92) aufweist, die das ankommende Videosignal mit dem verzögerten Signal vergleicht und die Anzahl N der seit dem letzten Fühlen einer ein vorgewähltes Maß überschreitenden Bewegung angekommenen aufeinanderfolgenden Vollbilder zählt und den zweiten Amplitudenbruchteil (a) gemäß der Beziehung  $N/N+1$  und den ersten Amplitudenbruchteil (1-a) gemäß der Beziehung  $1/N+1$  steuert und die beim Fühlen einer das vorgewählte Maß überschreitenden Bewegung den zweiten Amplitudenbruchteil auf 0 vermindert.
4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3 zum Vermindern des Rauschens in auf einer Eingangsleitung ankommenden Farbfernsehsignalen, die Leuchtdichte- und Farbartkomponenten enthalten, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Kopplungseinrichtung (18, 20 oder 88, 90) eine Farbart-Korrekturschaltung (18 oder 88) enthält, welche die Farbartkomponente des verzögerten Signals so modifiziert, daß sie die richtige Phasenlage erhält, um in der Summierschaltung (14 oder 84) mit der Farbartkomponente des ankommenden Farbfernsehsignals ohne Auslöschung addiert zu werden.
5. Anordnung nach Anspruch 4 zum Vermindern des Rauschens in einem

809820/0878

- 27 -

BAD ORIGINAL

auf einer Eingangsleitung ankommenden NTSC-Farbfernsehsignal, das 525 Zeilen je Vollbild enthält und in dem sich die Phase der Farbartkomponente von Vollbild zu Vollbild umkehrt, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungseinrichtung (16 oder 86) eine Verzögerungszeit von im wesentlichen  $525H$  bringt, wobei  $H$  die Periode einer Horizontalzeile ist, und daß die Farbart-Korrekturschaltung (18 oder 88) folgendes enthält: eine mit dem Ausgang der Verzögerungseinrichtung gekoppelte Einrichtung zum Trennen des verzögerten Videosignals in seine Leuchtdichte- und Farbartkomponenten; eine Einrichtung zur Invertierung der abgetrennten Farbartkomponente; eine Einrichtung zur Wiedervereinigung der invertierten abgetrennten Farbartkomponente mit der abgetrennten Leuchtdichtekomponente.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das ankommende Farbfernsehsignal digital moduliert ist; daß die Verzögerungseinrichtung (16 oder 86) ein digitaler Vollbildspeicher ist und daß die Farbart-Korrekturschaltung (18 oder 88) aus einer digitalen signalverarbeitenden Schaltung besteht, die das gespeicherte Signal in seine Leuchtdichte- und Farbartkomponenten trennt und die abgetrennte Farbartkomponente invertiert und die invertierte abgetrennte Farbartkomponente mit der abgetrennten Leuchtdichtekomponente wiedervereinigt.
7. Anordnung nach den Ansprüchen 2 und 6, wobei das ankommende Farbfernsehsignal pulscodemoduliert ist, dadurch gekennzeichnet,

daß die Vergleichseinrichtung einen ersten Vergleicher (38) enthält, der einander entsprechende Bits von Codewörtern vergleicht, deren eines die Amplitude des ankommenden Videosignals und deren anderes die Amplitude des gespeicherten Videosignals darstellt, und der eine digitale Differenzzahl liefert, welche die gegebenenfalls gemessene Differenz zwischen dem ankommenden und dem gespeicherten Videosignal darstellt;

daß eine zweite Vergleichseinrichtung (40, 42, 44) vorgesehen ist, welche die digitale Differenzzahl mit einer ersten vorgewählten digitalen Bezugsszahl (42) vergleicht und Koeffizienten bildet, die für den zweiten Amplitudenbruchteil (a) bestimmend sind und deren Werte proportional dem Maß der Differenz zwischen der besagten Differenzzahl und der ersten vorgewählten Bezugsszahl sind; daß eine dritte Einrichtung (70) vorgesehen ist, die den zweiten Amplitudenbruchteil auf 0 stellt, wenn die besagte Differenzzahl größer ist als die erste Bezugsszahl.

8. Anordnung nach den Ansprüchen 5 und 6, wobei das ankommende Farbfernsehsignal pulscodemoduliert ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleichseinrichtung folgendes enthält:

eine erste Einrichtung, welche einander entsprechende Bits von Codewörtern miteinander vergleicht, deren eines die Amplitude des ankommenden Videosignals und deren anderes die Amplitude des gespeicherten Videosignals darstellt, und die eine digitale Differenzzahl liefert, welche die gegebenenfalls gemessene Differenz zwischen dem ankommenden und dem gespeicherten Videosignal darstellt;

eine zweite Einrichtung, welche die digitale Differenzzahl mit einer digitalen Bezugsszahl vergleicht und ein erstes Signal mit der Vollbildfrequenz des ankommenden Videosignals liefert, wenn die Differenzzahl niedriger als die Bezugsszahl ist, und die ein zweites Signal liefert, wenn die Differenzzahl höher als die Bezugsszahl ist;

eine digitale Speichereinrichtung (92), der das oben genannte erste und das oben genannte zweite Signal zuführbar sind und die das erste Signal durchzählt, um die Anzahl N der Vollbilder zu zählen, die angekommen sind, seit die Differenzzahl die Bezugsszahl überschritten hat, und beim Auftreten des besagten zweiten Signals auf N=0 zurückgestellt wird.

10175  
CBS C-1336  
U.S. Serial No.: 740,576  
Filed: November 10, 1976

Patentanwälte  
S Dr. Dieter v. Bezold  
Dipl.-Ing. Peter Schütz  
Dipl.-Ing. Wolfgang Heusler  
8 München 86, Postfach 860668

2750173

C B S Inc.

New York, N.Y. (V.St.A.)

---

Anordnung zum Vermindern des Rauschens  
in Fernsehsignalen

---

Die Erfindung bezieht sich auf Fernsehsysteme und betrifft speziell signalverarbeitende Einrichtungen zur Verbesserung des Rauschabstandes (d.h. des Verhältnisses zwischen Nutzsignal und Rausch- bzw. Störkomponenten) bei Fernsehsignalen, insbesondere bei Farbfernsehsignalen.

Bei der Bereitstellung und Übertragung von Fernsehinformationen ist man laufend bemüht, den Rauschabstand des Fernsehsignals zu verbessern. Das Problem übermäßigen Rauschens im Fernsehsignal ist besonders aktuell bei der sich zur Zeit im Fernsehwesen entwickelnden Technik unmittelbarer elektronischer Nachrichtengewinnung (ENG), wo eine tragbare Kamera an den Ort des zu berichtenden Geschehens mitgenommen wird. An solchen Orten liegt die Stärke des verfügbaren Lichts häufig bestenfalls an der unteren Grenze, so daß die Videoverstärkung der Kamera erhöht werden muß, um ein akzeptables Bild zu erhalten. Diese Erhöhung der Video-

- 2 -

809820/0879

verstärkung bringt jedoch als Begleiterscheinung auch ein stärkeres Bildrauschen mit sich. Das Problem wird im Falle der ENG-Technik noch dadurch erschwert, daß das von der Kamera gelieferte Signal gewöhnlich auf einem kleinen tragbaren Recorder aufgezeichnet wird, um es anschließend wieder abzuspielen und dabei über eine Mikrowellenstrecke an eine Basisstation zu übertragen. In der Basisstation kann das Signal vor der endgültigen Rundfunkausstrahlung noch zwei oder drei Stufen redaktioneller Aufbereitung durchlaufen. Alle diese Schritte bringen zusätzliche Rauschkomponenten ein, so daß die Qualität des für die Ausstrahlung zur Verfügung stehenden endgültigen Signals häufig sehr verschlechtert ist. Selbst wenn das von der Kamera gelieferte Signal rauschfrei wäre, beeinträchtigt die notwendige weitere Behandlung das Signal in einem solchen Maß, daß die Qualität der Abbildung am Heimempfänger schlechter als erwünscht ist. Eine allgemeine Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Einrichtung zur Verminderung des Rauschens in einem Fernsehsignal (insbesondere in einem Farbfernsehsignal) zu schaffen, um damit den Rauschabstand und folglich die Qualität des wiedergegebenen Fernsehbildes zu verbessern.

Mit der vorliegenden Erfindung wird die Tatsache ausgenutzt, daß Fernsehsignale periodisch sind, während das Rauschen aperiodisch oder statistisch ist. Beim NTSC-Fernsehsystem ist die niedrigste Wiederholungsfrequenz die Vollbildfrequenz (30 Vollbilder je Sekunde), wobei jedes Vollbild aus 525 Zeilen besteht. Um für das Auge die Kontinuität zu wahren, muß jedes Vollbild dem unmittelbar darauffolgenden Vollbild sehr ähnlich sein. Wenn in der Szene keine Bewegung ist, dann ist jedes Vollbild auch tatsächlich eine Reproduktion des unmittelbar vorangehenden Vollbildes. Im Falle einer periodischen Signalform kann der Rauschabstand häufig verbessert werden, indem man die redundante Information ausnutzt, die naturgemäß in der Periodizität oder Wiederholung liegt. Systeme, die von dieser Technik Gebrauch machen, werden allgemein als "Signal Averagers" bezeichnet, was soviel wie "Signalmittelwertbildner" bedeutet. Das Prinzip dieser Signalmittelwertbildung ist

in einem Aufsatz von Charles R. Trimble mit dem Titel "What Is Signal Averaging?" beschrieben, der im Hewlett-Packard Journal, Ausgabe April 1968, erschienen ist. Dieser Aufsatz befaßt sich zwar nicht mit der Rauschverminderung bei Farbfernsehsignalen, erläutert aber in allgemeiner Weise das Prinzip der Rauschverminderung durch Signalmittelwertbildung.

Dieses allgemeine Prinzip ist bisher in der Radartechnik angewandt worden, zwei Beispiele hierfür sind beschrieben in einer Arbeit von Harrington und Rogers "Signal-To-Noise Improvement Through Integration In a Storage Tube" (Proceedings of the IRE, Oktober 1950) und in einer Arbeit von LePage, Cahn und Brown "Analysis Of A Comb Filter Using Synchronously Commutated Capacitors" (AIEE Transactions, März 1953). Beide Veröffentlichungen befassen sich mit einer Art von Rauschverminderung, bei der eine Integration oder Mittelwertbildung angewendet wird; sie widmen sich jedoch nicht dem Einfluß, den eine Bewegung zwischen aufeinanderfolgenden periodischen Signalen auf die Wirksamkeit der Rauschverminderung hat. Beide Veröffentlichungen schildern die signalmittelnden Systeme als Kammfilter, die heutzutage in vielen Formen bei der Fernsehtechnik und auf anderen Gebieten verwendet werden, weil sie unerwünschte Rauschenergie wirksam eliminieren können, ohne das gewünschte periodische Signal zu beeinträchtigen. Die in den beiden besagten Veröffentlichungen beschriebenen Filter sind sogenannte "rekursive" Filter, in denen das vorhandene Signal mit der Summe einer Vielzahl früherer Versionen praktisch desselben Signals addiert wird, so daß im Effekt eine unbegrenzte "Historie" des periodischen Signals erhalten wird. Keine der besagten Veröffentlichungen gibt jedoch eine Anregung, wie man diese Systeme zur Rauschverminderung in einem Farbfernsehsignal anwenden könnte. Auch gibt wie gesagt keine der Veröffentlichungen eine Anregung zur Lösung des Bewegungsproblems.

Eine Anwendung des Prinzips der rekursiven Filterung zur Rauschverminderung in Fernsehsignalen ist in einem Aufsatz von Murray J. Stateman und Murray B. Ritterman "Theoretical Improvement In Signal To Noise Ratio of Television Signals By Equivalent Comb



Filter Technique" beschrieben, der im Jahre 1954 in IRE National Convention Record (Band 2, Teil 4) veröffentlicht wurde. Dieser Aufsatz schildert, wie die Redundanz und die Kenntnis der vergangenen Signale ausgenutzt werden können, um das den Fernsehschirm erreichende Rauschen zu reduzieren. Unter der Annahme, daß sich die Signale annähernd periodisch von Vollbild zu Vollbild wiederholen und daß die Abweichungen des übertragenen Signals von der Periodizität klein sind und daß eine wesentliche Ursache der Bildqualitätsverschlechterung das statistische Impulsrauschen ist, können die Rauschimpulse vor dem Erreichen des Fernsehschirms dadurch gedämpft werden, daß man die Differenz zwischen Elementarsignalen in aufeinanderfolgenden Vollbildern auf einen Wert begrenzt, der mit der Wiedergabe einer mäßigen Bewegung vereinbar ist. Ein von den Autoren vorgeschlagenes Gerät zum Einschränken des ankommenden Fernsehsignals enthält ein Amplitudentor, in dem das gegenwärtige Videosignal mit einem um eine Vollbildperiode verzögerten Signal verglichen wird. Das Amplitudentor läßt das gegenwärtige Videosignal nur durch, wenn es innerhalb eines voreingestellten Bereichs liegt, d.h. wenn es innerhalb eines vorbestimmten Bereichs der zuvor empfangenen Signalamplitude liegt. Wenn das gegenwärtige Videosignal außerhalb dieses Bereichs liegt, dann wird es im Amplitudentor so modifiziert, daß es nicht mehr als das vorbestimmte Maß vom vorangegangenen Signal abweicht. Das modifizierte Ausgangssignal wird dann den Ablenk- und Videoschaltungen zugeführt und außerdem auf eine um die Dauer eines Vollbildes verzögernde Einrichtung gegeben, wo es für den Vergleich mit dem nächstfolgenden entsprechenden Signal gespeichert wird. Das gespeicherte Signal wird nicht mit dem gegenwärtigen ankommenden Signal kombiniert sondern mit dem gegenwärtigen Signal verglichen, und das gegenwärtige Signal wird in irgend einer Proportion zur Differenz zwischen dem gespeicherten und dem gegenwärtigen Signal modifiziert. Der Betrag des gespeicherten Signals im Vergleich zum gegenwärtigen Signal ist immer konstant, was die Wirkung einer Beschränkung der vom System durchgeführten Integration hat. Dies wiederum hat die Wirkung einer Beschränkung der wiederzugebenden Bewegungskomplexität. Anders ausgedrückt läßt man beim System nach Ritterman und Stateman ein kleines Maß an

2750173

Bewegung zu, und die Autoren haben erkannt, daß im Falle einer Überschreitung dieses Maßes die Wiedergabe ernsthaft verschlechtert werden würde, etwa durch Verschmieren des Bildes. Obwohl das System nach Stateman und Ritterman zu einer Verbesserung des Rauschabstandes bei einem Schwarz/Weiß-Fernsehsignal führt, erreicht man mit diesem System keine befriedigende Lösung des Bewegungsproblems und praktisch keine Rauschverminderung im Falle von Farbfernsehsignalen.

In der USA-Patentschrift 3 875 584 ist eine Einrichtung zur Rauschverminderung in einem Farbfernsehsignal beschrieben, bei der eine nicht-rekursive Filtertechnik angewendet wird, indem das gegenwärtige Vollbild der Videoinformation mit einem oder mehreren vorangehenden Vollbildern summiert wird, die um eine oder mehrere Vollbildperioden verzögert sind, z.B. durch Speicherung in getrennten Kanälen eines Plattenrecorders. Bei dieser Einrichtung sucht man mit dem Problem der Bewegung zwischen aufeinanderfolgenden Vollbildern in einer etwas unzulänglichen Weise dadurch fertig zu werden, daß man einfach die Anzahl der Vollbilder, die integriert werden, vermindert; eine Reduzierung des möglicherweise in der Farbartkomponente des Videosignals enthaltenen Rauschens wird jedoch nicht versucht. Das ankommende Signal wird einem Kammfilter zugeführt, worin es in seine Leuchtdichte- und Farbartkomponenten aufgespalten wird. Die Leuchtdichtekomponenten von bis zu 4 aufeinanderfolgenden vorhergehenden Vollbildern werden in einem mehrkanaligen Plattenrecorder gespeichert, um die Summierung der Leuchtdichtekomponente des gegenwärtigen Vollbildes mit den Leuchtdichtekomponenten mindestens eines und höchstens bis zu 4 vorangegangenen Vollbildern zu ermöglichen und dadurch das Rauschen in der Leuchtdichtekomponente vermindern zu können. Die somit rauschärmer gemachte Leuchtdichtekomponente wird dann wieder mit der abgetrennten und passend verzögerten Farbartkomponente des gegenwärtigen Signals vereinigt, um ein rekonstruiertes Videosignal für eine Rundfunkausstrahlung oder Wiedergabe zu erhalten.

Das vorstehend beschriebene System vermag zwar das Rauschen her-

abzusetzen, es übergeht jedoch das Problem des in der Farbartkomponente auftretenden Rauschens, dessen Folgen bei der Fernseh wiedergabe deutlich sichtbar sind und von versierten Rundfunkleuten mindestens so störend wie die Folgen des in der Leuchtdichtekomponente auftretenden Rauschens empfunden werden. Das in der USA-Patentschrift 3 875 584 beschriebene System kann also das Rauschen in der Farbartkomponente eines Farbfernsehsignals nicht reduzieren, und es bringt keine befriedigende Lösung des Bewegungsproblems in Anbetracht dessen, daß seine Wirksamkeit bei der Rauschverminderung leidet, wenn wesentliche Bewegung zwischen aufeinanderfolgenden Vollbildern ist. Da das System mit nicht-rekursiver Filterung arbeitet, erfordert es eine der Anzahl der summierenden Signale gleiche Vielzahl von Speicherkanälen -- ein Umstand, der offenkundig wesentlich zur Kompliziertheit und zu den Kosten des Systems beiträgt.

Es ist also auch eine wichtige Aufgabe der Erfindung, bei einer Einrichtung zur Verminderung des Rauschens in Fernsehsignalen (insbesondere in Farbfernsehsignalen) dafür zu sorgen, daß die Nachteile der bekannten Systeme überwunden werden. Insbesondere soll die erfindungsgemäße Einrichtung in der Lage sein, Rauschteile sowohl in den Leuchtdichte- als auch in den Farbartkomponenten eines Farbfernsehsignals zu vermindern und gleichzeitig das Bewegungsproblem besser zu lösen, als es mit dem derzeitigen Stand der Technik möglich ist.

Ein erfindungsgemäßes System enthält, kurz zusammengefaßt, eine Verzögerungs- oder Speichereinrichtung zur Speicherung eines einzelnen Fernseh-Vollbildes, eine Summierungsanordnung zum Addieren eines Teils der Amplitude des gespeicherten Signals mit einem Teil der Amplitude des ein entsprechendes gegenwärtiges Vollbild darstellenden Signals, sowie eine Farbart-Korrekturschaltung zur Änderung der Phase der Farbartkomponente des gespeicherten Signals in solcher Weise, daß diese Komponente die passende Phasenlage zur Summierung mit der Farbartkomponente des gegenwärtigen Videosignals bekommt. In einem System zur Verarbeitung eines NSTC-Fernsehsignals, bei dem sich die Phase der Farbart-

komponente von Vollbild zu Vollbild umkehrt, besteht die Farb-  
art-Korrekturschaltung aus einem sogenannten Farbinverter, der  
die Farbart- und Leuchtdichtekomponenten des gespeicherten  
Signals voneinander trennt, die Farbartkomponente invertiert  
und die invertierte Farbartkomponente mit der Leuchtdichtekom-  
ponente wiedervereinigt, wobei das wiedervereinigte Signal  
der Summierungsanordnung zugeführt wird. Derjenige Teil des  
gespeicherten Signals, der mit dem ankommenden ("gegenwärtigen")  
Signal addiert wird, wird automatisch als Funktion der Diffe-  
renz zwischen den gespeicherten vergangenen Vollbildern und  
~~dem gegenwärtigen Vollbild geändert, wodurch man den Effekt~~  
einer Änderung der Integrationszeitkonstanten des Systems be-  
kommt. Genauer gesagt: Wenn die Differenz zwischen dem gespei-  
cherten vergangenen Signal und dem gegenwärtigen Signal größer  
wird, was eine Bewegung des gegenwärtigen Signals gegenüber den  
gespeicherten vergangenen Signalen bedeutet, dann wird der auf  
die Summierungsanordnung rückgekoppelte Teil des gespeicherten Sig-  
nals vermindert, womit sich eine kürzere Integrationszeitkonstan-  
te ergibt, was seinerseits den Effekt einer Verbreiterung der  
"Zinken" des Kammfilters hat, so daß die Bewegung bildlich wie-  
dergegeben werden kann, während gleichzeitig das Rauschen we-  
sentlich reduziert wird. Umgekehrt, wenn wenig oder keine Bewe-  
gung zwischen den gegenwärtigen und vergangenen Signalen ist,  
dann vergrößert sich der auf die Summierungsanordnung rückge-  
koppelte Teil des gespeicherten Signals, und die Integrations-  
zeitkonstante wird länger. Dies hat den Effekt einer Verschmäle-  
rung der Zinken des Kammfilters, wodurch das unerwünschte Rau-  
schen effektiver vermindert wird.

Weitere Ziele, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sowie  
Aufbau und Arbeitsweise einer erfindungsgemäßen Einrichtung wer-  
den nachstehend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt als Blockschaltbild eine bevorzugte Ausführungs-  
form einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum Reduzie-  
ren des Rauschens;

- Fig. 2 zeigt in Blockform ein Funktionsdiagramm einer Schaltungsanordnung zur Auswertung der Bewegung zwischen vergangenen und gegenwärtigen Fernseh-Vollbildern;
- Fig. 3 zeigt in einer graphischen Darstellung die Rauschabstandsverbesserung als Funktion des Anteils des gespeicherten Videosignals, der auf die Summierungsanordnung in der Einrichtung nach Fig. 1 rückgekoppelt wird;
- Fig. 4 zeigt in einer graphischen Darstellung die effektive Integrationszeitkonstante als Funktion des Anteils des gespeicherten Videosignals, der auf die Summierungsanordnung in der Einrichtung nach Fig. 1 rückgekoppelt wird;
- Fig. 5 ist ein Blockschaltbild einer anderen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum Reduzieren des Rauschens.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß das erfindungsgemäße Rauschunterdrückungssystem geeignet ist, den Rauschabstand bei Fernsehsignalen beliebiger Form zu verbessern und daß dieses System bei allen gebräuchlichen Farbfernsehnormen mit Vorteil angewendet werden kann. Wenn nachstehend die Erfindung in ihrer Anwendung auf NTSC-Fernsehsignale erläutert wird, so ist dies nur als Beispiel für eine bevorzugte Ausführungsform zu werten. An passenden Stellen der Beschreibung werden zudem Hinweise gegeben, wie die beschriebene Einrichtung zur Anpassung an andere Normen, z.B. an die PAL- und die SECAM-Norm, zu modifizieren wäre. Außerdem sei darauf hingewiesen, daß sich die Erfindung entweder in Analogtechnik oder in Digitaltechnik realisieren läßt; als Beispiel wird eine digitale Ausführungsform erläutert.

Gemäß der Darstellung in Fig. 1 erscheint auf einer Eingangsleitung 10 ein Videoeingangssignal, das in Pulscodemodulation (PCM) unter Verwendung eines 8-Bit-Codes gemäß der USA-Patentschrift 3 946 432 verschlüsselt sein mag. Dieses Videoeingangs-

signal wird über ein veränderbares Dämpfungsglied 12 einem Eingang einer Addier- oder Summierschaltung 14 zugeführt. Das Ausgangssignal des Summierers 14 wird auf eine Verzögerungseinrichtung 16 gegeben, deren Verzögerungszeit  $525 H - T$  ist, wobei  $H$  eine Fernsehzeilenperiode bedeutet, d.h. die Verzögerungseinrichtung bewirkt eine Verzögerung um die Dauer eines Vollbildes, da beim NTSC-System jedes Vollbild 525 Zeilen hat. Aus später noch deutlich werdenden Gründen ist bei einer praktischen Ausführungsform die Verzögerung in Wirklichkeit geringfügig um die Zeitspanne  $T$  kürzer als ein Vollbild. Das Ausgangssignal der Verzögerungseinrichtung 16 wird über einen Farbinverter 18 und ein veränderbares Dämpfungsglied 20 einem zweiten Eingang des Summierers 14 zugeführt. Die in Fig. 1 nur sehr schematisch dargestellten Dämpfungsglieder 12 und 14 sind fest miteinander gekuppelt, so daß ersteres einen Übertragungsfaktor von  $(1 - a)$  und das andere einen Übertragungsfaktor von  $a$  bringt. Das heißt, ein Bruchteil  $(1 - a)$  der Amplitude des ankommenden bzw. "gegenwärtigen" Videosignals wird dem einen Eingang des Summierers 14 angelegt, während ein Bruchteil  $a$  der Amplitude des gespeicherten Videosignals von der Verzögerungseinrichtung 16 dem anderen Eingang des Summierers angelegt wird. Man erkennt, daß wenn der Wert von  $a$  z.B. größer wird, der dem Summierer zugeführte Anteil des gespeicherten Signals größer wird und der dem Summierer angelegte Anteil des gegenwärtigen Videosignals kleiner wird. Wenn umgekehrt der Bruchteil  $a$  kleiner wird, dann gelangt ein erhöhter Teil des gegenwärtigen Signals und ein verminderter Teil des gespeicherten Signals zum Summierer.

Wenn man für den Augenblick den Farbinverter 18 ignoriert (d.h. wenn man annimmt, daß eine direkte Verbindung vom Ausgang der Verzögerungseinrichtung 16 zum Dämpfungsglied 20 führt), dann stellt sich die gezeigte Anordnung als "unbegrenztes Speichersystem" dar, worin ein Amplitudenbruchteil der Summe aller vorangegangenen oder früheren Vollbilder mit einem Amplitudenbruchteil des ankommenden oder gegenwärtigen Videosignals addiert ist, wobei das relative Gewicht eines um  $n$  Vollbilder zurückliegenden

2750173

Signale durch den Wert von  $a$  bestimmt ist. Wenn beispielsweise der Faktor  $a$  gleich  $1/2$  und der Faktor  $(1 - a)$  gleich  $1/2$  wäre, dann bestände das Ausgangssignal auf der Leitung 22 aus  $1/2$  des gegenwärtigen Signals,  $1/4$  des nächst früheren Vollbildes,  $1/8$  des nächst-davorliegenden Vollbildes,  $1/16$  des weiter nächst-davorliegenden Vollbildes, usw., so daß das Signal, welches um 7 oder 8 Vollbilder gegenüber dem gegenwärtigen Signal zurückliegt, nur noch wenig Gewicht hat. Wenn zwischen aufeinanderfolgenden Vollbildern keine Bewegung ist, dann sind die für aufeinanderfolgende Vollbilder charakteristischen Videosignale Signale mit identischem Informationsinhalt, die sich nur im Betrag des darin enthaltenen Rauschens unterscheiden. Wenn eine Vielzahl derart identischer Signale in der eben beschriebenen Weise summiert wird, dann erhält man als Resultat ein Signal, das mit jedem einzelnen der summierten Signale identisch ist und den gleichen Betrag wie das gedämpfte ankommende Signal hat, weil die Summe von  $a$  und  $(1 - a)$  immer gleich 1 ist. Wenn jedoch statistisches Rauschen summiert wird, das im Videosignal enthalten ist und sich in Betrag und Verteilung von Vollbild zu Vollbild ändern kann, dann wird sich dieses Rauschen niemals wie das periodische Videosignal verstärken sondern eher relativ abschwächen. Es läßt sich mathematisch nachweisen, daß die mit der beschriebenen Anordnung erzielbare Verbesserung des Verhältnisses zwischen Nutzsignalleistung und Rauschleistung gleich  $\frac{(1+a)}{(1-a)}$  ist. Wenn also der Faktor  $a$  den Wert  $1/2$  hat, dann bekommt der vorstehende Bruch den Wert 3, was eine Verbesserung des Rauschabstandes um 4,7db bedeutet. Wenn der Faktor  $a$  größer ist und z.B.  $3/4$  beträgt, dann erzielt man einen noch besseren Rauschabstand, in diesem Fall eine Verbesserung um 8,45db.

Es ist ein bedeutender Vorzug, daß die mit der Einrichtung nach Fig. 1 gebildete rekursive Form eines Filters nur eine einzige Verzögerungseinrichtung mit einer Speicherzeit gleich  $525 H$  erfordert. Es ist aber auch zu bedenken, daß wegen des Wiederumlaufs des Fernsehsignals von Vollbild zu Vollbild und seiner Addition mit sich selbst die Verzögerungszeit extrem genau sein muß, damit aufeinanderfolgende Vollbilder richtig addiert werden.

Wenn die aufeinanderfolgenden Vollbilder nicht zeitlich präzise miteinander ausgerichtet sind, dann wird die Qualität des Signals schlecht. Im Falle eines Farbfernsehsignals reicht eine zu einer befriedigenden Vollbilddeckung führende Präzision aber nicht aus, denn hier ist eine noch viel höhere Präzision erforderlich, denn wenn die Verzögerung nicht ganz genau 525 H (abzüglich eines geeigneten Kompensationsbetrags) beträgt, entsteht eine Phasenverschiebung der Farbartkomponente bei aufeinanderfolgenden Vollbildern, mit der die gesamte Farbinformation im Umwälzungsvorgang weggewischt werden könnte. Da außerdem die Phase der Farbartkomponente bei NTSC-Fernsehsystem von Vollbild zu Vollbild umgekehrt wird, würde die Summe aller Farbartbeiträge im rückgekoppelten Signal zu 0 werden, wenn man diese Phasenumkehr bei der Rückkopplung des gespeicherten Signals auf den Summierer 14 nicht in besonderer Weise berücksichtigt. Ein wichtiges Merkmal der Erfindung ist eine Maßnahme zur Beibehaltung der Farbinformation und zu ihrer Integrierung gemeinsam mit der Leuchtdichteinformation.

Diese Funktion übernimmt der Farbinverter 18, dessen Wirkung in der bisherigen Beschreibung übergangen wurde. Der Farbinverter, von dem es sowohl analoge als auch digitale Ausführungsformen im Handel gibt, empfängt das von der Speichereinrichtung 16 kommende Signal, trennt die Leuchtdichtekomponente von der Farbartkomponente, invertiert die Farbartkomponente und vereinigt dann das invertierte Farbartsignal wieder mit dem Leuchtdichtesignal, um das Gemisch dem Dämpfungsglied 20 und dem Summierer 14 zuzuführen. Dieser Prozeß ist im Block 18 durch den Ausdruck  $(Y + \bar{C})$  angedeutet, wobei Y das Leuchtdichtesignal und  $\bar{C}$  das invertierte Farbartsignal bedeutet. Die Analyse eines NTSC-Fernsehsignals zeigt, daß dieser Prozeß die Farbphase des gespeicherten Signals (d.h. der Summe der vergangenen Signale) gleichphasig mit der Farbartkomponente des dem anderen Eingang des Summierers zugeführten gegenwärtigen bzw. ankommenden Signals macht, so daß die Vereinigung des gesamten ankommenden Farbfernsehsignals mit dem gesamten gespeicherten Farbfernsehsignal möglich ist. Obwohl die Einzelheiten des Farbinverters nicht Teil der vorlie-



2750173

genden Erfindung sind, sei hier ausgeführt, daß der Farbinverter ein Kammfilter zur Trennung des Farbartsignals vom Leuchtdichtesignal enthält und eine Schaltung aufweist, welche die Farbartkomponente vor ihrer Wiedervereinigung mit der Leuchtdichtekomponente invertiert. Das Kammfilter und die invertierende Schaltung können in Digital- oder Analogtechnik ausgeführt sein; beide Ausführungsformen sind wie gesagt im Handel erhältlich.

Es sei bedacht, daß der Farbinverter dem von der Verzögerungseinrichtung 16 zum Summierer 14 rückgekoppelten Signal ein gewisses Maß an Verzögerung mitteilt. Diese Verzögerung führt wie andere ähnliche Verzögerungen, die in der Rückkopplungsschleife wirksam sein können, zu einer Laufzeit, die im Block 18 des Farbinverters mit dem Buchstaben  $T$  bezeichnet ist. Wichtig ist, daß die Gesamtverzögerung vom Ausgang des Summierers bis zum zweiten Eingang des Summierers exakt 525 H beträgt, so daß die Verzögerungszeit der Speichereinrichtung 16 um das Maß  $T$  geringer als 525 H sein muß.

Obwohl das mit der Anordnung nach Fig. 1 realisierte Prinzip sowohl für analoge als auch für digitale Signalverarbeitung geeignet ist, hat sich gezeigt, daß eine digitale Ausführungsart hinsichtlich der notwendigen Präzision der Verzögerung bessere Ergebnisse liefert. Bei einer mit Erfolg ausprobierten Anordnung hat die 525 H-Verzögerungseinrichtung die Gestalt eines digitalen Vollbildspeichers, der ein in Pulscodemodulation verschlüsseltes Fernsehvollbild speichern kann. Die spezielle Form des Vollbildspeichers ist unwichtig, es können hierzu Schieberegister oder Speicher mit wahlfreiem Zugriff oder beliebige andere Arten adressierbarer Speicher verwendet werden. Wichtig ist, daß man mit digitaler Signalverarbeitung eine praktisch unbegrenzte Zeitgenauigkeit erzielen kann. Neben der Erfüllung der oben genannten Genauigkeitsanforderungen ermöglicht die digitale Signalverarbeitung auch eine extrem genaue Festlegung der

Übertragungskonstanten  $a$  und  $(1-a)$ , so daß ein den Betrieb der Anordnung beeinträchtigendes Abdriften der Werte dieser Konstanten vermieden wird.

Bis jetzt wurde erläutert, wie sich mit der Anordnung nach Fig. 1 durch rekursive Filterung eine Verbesserung des Rauschabstandes bei einem Videosignal erzielen läßt; das Problem der Bewegung zwischen aufeinanderfolgenden Vollbildern wurde dabei nur kurz gestreift. Zur Lösung dieses Bewegungsproblems wird gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung die Bewegung zwischen den gespeicherten Vollbildern und dem gegenwärtigen Signal gefühlt, wenn das Bild Element für Element durch das System geht, und abhängig vom Ergebnis der Auswertung dieser Bewegung wird der Wert des Übertragungsfaktors  $a$  (und somit auch des Übertragungsfaktors  $(1-a)$ ) geändert, um dadurch den Beitrag der gespeicherten vergangenen Videosignale zum rauschverminderten Videoausgangssignal zu ändern. Wenn ein Bildelement desselben Szenenobjekts in den gespeicherten vergangenen Signalen eine wesentlich andere Amplitude als dasselbe Element im gegenwärtigen Videosignal hat, dann wird die Vorgeschichte dieses Bildelements ignoriert, und nur das gegenwärtige Signal wird zur Ausgangsklemme übertragen. Für dieses spezielle Bildelement gibt es dann zwar keine Verbesserung des Rauschabstandes, es ist aber zu beachten, daß meistens eine Bewegung nur an den Rändern und in den feinen Details der Objekte und nicht an breiten Flächen des Objekts sichtbar ist. Das heißt, es ist die Grenzlinie zwischen einem Objekt in einer Szene und seinem Hintergrund, die eine Bewegung im wiedergegebenen Fernsehbild erfaßbar macht. In Berücksichtigung dieses Umstandes ist das System so ausgelegt, daß es die Faktoren  $a$  und  $(1-a)$  abhängig von der gefühlten Bewegung im Sinne einer Anpassung an den Bewegungsablauf ändert, und zwar in Grenzen, die eine Änderung des Faktors  $a$  bis zum Wert 0 gestatten.

Ein solcher Betrieb wird mit der digitalen Anordnung erreicht, die in Fig. 2 in Form eines Funktionsdiagramms dargestellt ist und die im wesentlichen die Funktionen der in Fig. 1 lediglich

2750173

schematisch dargestellten Dämpfungsglieder 12 und 20 und des Summierers 14 übernimmt. Das Eingangssignal, d.h. das "gegenwärtige" Videosignal, wird auf der Leitung 10 als PCN-Signal im 8-Bit-Code empfangen und einem geeigneten Register zugeführt, das schematisch bei 30 dargestellt ist. Das Register empfängt die einzelnen Bits jedes Codewort, seine Elemente sind mit den Ziffern 0 bis 7 bezeichnet, wobei "0" für das niedrigstwertige Bit (letzte oder unterste Ziffernstelle) und "7" für das höchstwertige Bit (erste oder oberste Ziffernstelle) steht. Das gespeicherte Videosignal vom Farbinverter 18 (ebenfalls ein PCN-Signal im 8-Bit-Code) wird einem ähnlichen "Register" 32 zugeführt, dessen Elemente ebenfalls mit den Ziffern 0 bis 7 bezeichnet sind, wobei "0" für das niedrigstwertige Bit und "7" für das höchstwertige Bit steht. Um eine Bewegung zu fühlen, wird der Gesamt-Vergangenheitswert des Signals (d.h. die gespeicherte Videoinformation) Element für Element (bzw. Byte für Byte in Fenstern von jeweils 93 Nanosekunden) mit dem gegenwärtigen Videosignal verglichen. Das heißt, das 8-Bit-Wort (Byte), das die Amplitude des aufgespeicherten Gesamt-Vergangenheitssignals darstellt, wird Bit für Bit mit demjenigen 8-Bit-Wort verglichen, das die Amplitude des gegenwärtigen Videosignals darstellt. Bei der dargestellten Ausführungsform wird das niedrigstwertige Bit in beiden Fällen gelöscht, und weil erkanntermaßen große Differenzen nicht toleriert werden können, geschieht der Vergleich in zwei Stufen. Genauer gesagt werden die Bits 1, 2, 3 und 4 der die gespeicherte Videoinformation und das gegenwärtige Videosignal darstellenden Wörter im negativen (-) bzw. dem positiven (+) Eingang 34 bzw. 36 eines Differenzverstärkers 38 zugeführt, der dann an seinem Ausgang ein 4-Bit-Wort liefert, welches für die eventuelle Differenz zwischen der gespeicherten Videoinformation und dem gegenwärtigen Signal charakteristisch ist. Das 4-Bit-Wort vom Differenzverstärker wird einem Integrationsvergleicher 40 zugeführt, der es mit einer aus 4 Bits bestehenden Integrationsbezugszahl vergleicht, die vom Block 42 geliefert wird und deren Wert viel größer als 0 ist. Das Ausgangssignal des Integrationsvergleichers in Form eines 3-Bit-Worts wird einem Koeffizienten-Decodier-

2750173

rer 44 zugeführt, der den Wert für den Koeffizienten  $a$  festlegt. Dieser Koeffizient bestimmt, wie weiter oben ausgeführt, den mit dem gegenwärtigen Videosignal zu addierenden Amplitudenbruchteil des gespeicherten Videosignals. Falls das Ergebnis des Vergleichs im Integrationsvergleichs 40 gleich 0 ist (was bedeutet, daß die 4-Bit-Zahl vom Differenzverstärker 38 gleich der Integrations-Bezugszahl ist), dann heißt dies, daß bei der betreffenden Stufe des Vergleichs eine vorbestimmte Differenz zwischen dem gespeicherten und dem gegenwärtigen Videosignal besteht. Ein den Differenzwert 0 am Ausgang des Integrationsvergleichs 40 anzeigendes Ausgangssignal bewirkt, daß der Koeffizienten-Decodierer 44 einen Koeffizienten  $a$  solchen Werts liefert, daß ein geringer Rückkopplungsgrad für das gespeicherte Videosignal erhalten wird.

Bei der hier beschriebenen Ausführungsform, die als Beispiel zu verstehen ist, liefert der Koeffizienten-Decodierer 44 abhängig von der durch den Integrationsvergleichs erzeugten Differenzzahl einen von drei verschiedenen Werten für den Koeffizienten  $a$ , nämlich den Wert  $1/4$  oder  $1/2$  oder  $3/4$ . Im Falle einer Nulldifferenz am Ausgang des Integrationsvergleichs 40, welche die größte noch tolerierbare Bewegung anzeigt, bekommt der Koeffizient  $a$  den Wert  $1/4$ . Wenn die am Ausgang des Vergleichs 40 angezeigte Differenz größer ist als 0, was eine demgegenüber geringere Bewegung zwischen dem gespeicherten und dem gegenwärtigen Videoinhalt anzeigt, liefert der Decodierer 44 einen Koeffizienten mit dem Wert  $1/2$ , und wenn eine noch geringere Bewegung gefühlt wird, erscheint der Koeffizient mit dem Wert  $3/4$ . Der Koeffizient  $a$ , der als Digitalwort vorliegt, wird einer Summierungsanordnung zugeführt, die schematisch bei 46 dargestellt ist und zwei Elemente 48 und 50 enthält, deren eines mit  $a$  und deren anderes mit  $(1-a)$  beschriftet ist und die angeben, in welchem Amplituden-Teilungsverhältnis das gespeicherte und das gegenwärtige Videosignal miteinander zu addieren sind. Das gespeicherte Videosignal wird dem Element 48 und das gegenwärtige Videosignal dem Element 50 zugeführt, und die Summe der jeweiligen Amplitudenbruchteile wird über eine Leitung 52 dem einen Eingang eines Multiplexers 54 zugeführt, der das rausch-

verminderte Videosignal von diesem Eingang zur Ausgangsleitung 22 überträgt, falls der Wert des Koeffizienten  $a$  nicht gleich 0 ist.

Es kann der Fall eintreten, daß zwischen den Bits 1 bis 4 des gespeicherten und des gegenwärtigen Videosignals keine Differenz besteht und trotzdem in Wirklichkeit eine große Differenz zwischen dem gespeicherten und dem gegenwärtigen Videosignal vorhanden ist, die sich in den höherwertigen Bits äußert. Um diesem Fall Rechnung zu tragen, wird ein zweiter Vergleich zwischen den Bits 5, 6 und 7 des gespeicherten Videosignals und den entsprechenden Bits des gegenwärtigen Videosignals durchgeführt. Zu diesem Zweck werden die drei höchstwertigen Bits des gespeicherten und des gegenwärtigen Videosignals dem negativen (-) bzw. dem positiven (+) Eingang 60 bzw. 62 eines zweiten Differenzverstärkers 64 zugeführt, dessen in Form eines 3-Bit-Worts erscheinendes Ausgangssignal auf die Eingänge einer ODER-Schaltung 66 gegeben wird. Wenn der Differenzverstärker 64 eine Differenz zwischen den drei höchstwertigen Bits des gespeicherten und des gegenwärtigen Videosignals fühlt und somit angezeigt wird, daß zwischen beiden Signalen eine Bewegung ist, die über die von der Integrations-Bezugszahl 42 eingestellte Schwelle hinausgeht, dann liefert die ODER-Schaltung 66 ein Signal an den einen Eingang einer zweiten ODER-Schaltung 68, die dann ihrerseits ein Signal zum Multiplexer 54 sendet, woraufhin dieser den Koeffizienten  $a$  effektiv auf 0 gehen läßt. Das heißt, wenn die Bewegung über ein voreingestelltes Maß hinausgeht, wird dem gegenwärtigen Signal nichts von der gespeicherten Videoinformation hinzuaddiert, stattdessen wird allein das gegenwärtige Signal zur Ausgangsleitung 22 übertragen.

In der Anordnung nach Fig. 2 ist noch eine weitere Schaltung vorgesehen, die für den Betrieb der Anordnung zwar nicht unbedingt notwendig ist, die jedoch eine Möglichkeit bietet, den Wert des Koeffizienten  $a$  auch unter bestimmten anderen Bedingungen auf 0 gehen zu lassen. Hierzu wird das 4-Bit-Wort vom Ausgang des Differenzverstärkers 38 zusätzlich einem Umgehungs-Vergleichs 70 zugeführt, in dem es mit einer Umgehungs-Schwellenzahl verglichen wird, die schematisch mit dem Block 72 gezeigt ist und ein 4-Bit-

Wort darstellt, dessen Wert etwas größer als der Wert der Integrations-Bezugszahl 42 ist. Wenn die mit dem Ausgangssignal des Differenzverstärkers 38 angezeigte Differenz größer ist als diese Umgehungs-Schwellenzahl, dann erzeugt der Vergleich 70 ein Ausgangssignal, das einem zweiten Eingang der ODER-Schaltung 63 zugeführt wird, die daraufhin ein Ausgangssignal an den Multiplexer 54 liefert, um den Wert des Koeffizienten  $a$  effektiv auf 0 zu stellen. Es gibt also zwei Bedingungen, unter denen der Koeffizient  $a$  gleich 0 wird und somit lediglich das gegenwärtige Signal auf die Ausgangsleitung 22 gekoppelt wird: erstens wenn zwischen den drei höchstwertigen Bits des gespeicherten und des gegenwärtigen Videosignals irgendeine Differenz besteht, und zweitens wenn die Differenz zwischen den vier niedrigstwertigen Bits des gespeicherten und des gegenwärtigen Videosignals größer ist als eine vorgewählte Umgehungs-Schwellenzahl.

Die Arbeitsweise der Anordnung nach Fig. 2 ist also zusammengefaßt folgendermaßen: Wenn der Vergleich zwischen dem gespeicherten und dem gegenwärtigen Videosignal eine unterhalb eines vorbestimmten Grades liegende Bewegung anzeigt, dann gelangt die Anordnung automatisch in eine Betriebsart, in der sie den Wert des Koeffizienten  $a$  abhängig vom Grad der gefühlten Bewegung ändert. In diesem Fall kombiniert die Summierungsanordnung 46 einen Anteil  $(1-a)$  des gegenwärtigen Videosignals mit einem Anteil  $a$  des gespeicherten Videosignals und sendet das gebildete Summensignal zum Eingang "nicht gleich 0" des Multiplexers 54, der daraufhin das Summensignal auf die Ausgangsleitung 22 koppelt. Wenn jedoch die Anordnung eine ein vorbestimmtes Maß überschreitende Bewegung zwischen dem gespeicherten und dem gegenwärtigen Videosignal fühlt, dann wird der Koeffizient  $a$  auf 0 gebracht, und in diesem Fall wird nur das gegenwärtige Videosignal auf die Ausgangsleitung 22 gekoppelt. Als wichtiges Merkmal ist zu beachten, daß wenn der Wert von  $a$  auf 0 gebracht wird, die gesamte Vorgeschichte desjenigen Bildelements, in dem die übermäßige Bewegung gefühlt wurde, verlorengeht und nur das dieses Element darstellende gegenwärtige Videosignal verwendet wird. Anschließend muß der Vollbildspeicher eine neue Vorgeschichte für dieses spezielle

Element aufbauen.

Die beschriebene Anordnung führt zu keinerlei Beschränkung hinsichtlich der im wiedergegebenen Bild statthaften Bewegung. Es wurde festgestellt, daß es kein ernsthafter Nachteil ist, wenn man die stärker als das vorbestimmte Maß bewegten Bildelemente ohne Rauschverminderung durchgehen läßt. Hierfür gibt es zwei Gründe. Erstens handelt es sich um einzelne Bildelemente und nicht um große Flächen in einer Szene, und ein in einzelnen Bildelementen enthaltenes Rauschen ist schwer zu erkennen. Bei einem "lebhaften" Signal ist nämlich das Rauschen nicht so gut sichtbar, während andererseits bei einem relativ flachen oder gleichmäßigen Signal, wie es in großflächigen Bereichen einer Szene erscheint, eventuelle Rauschanteile sehr gut erkennbar sind. Die vorliegende Anordnung integriert und bewirkt auf diese Weise eine Rauschverminderung, wenn das Signal gleichmäßig ist. Sie integriert jedoch nicht, wenn eine Bewegung vorhanden ist, die normalerweise an den Rändern zwischen einem Objekt und seinem Hintergrund stattfindet. In diesen Teilen der Darstellung aber ist das Rauschen weniger sichtbar. Zweitens ist darauf hinzuweisen, daß es das Auge im Falle eines bewegten Objekts schwer hat, sich auf einen Rand des Objekts zu konzentrieren, d.h. die Bewegung des Objekts selbst erschwert das Erkennen eines im Signal enthaltenen Rauschens noch zusätzlich. So macht die beschriebene Anordnung aus beidem das Beste: große gleichförmige Flächen von bewegten Objekten werden integriert, weil sie mit Ausnahme ihrer Grenzlinien scheinbar nicht in Bewegung sind, während die Grenzlinien nicht integriert werden (falls ein ausreichendes Maß an Bewegung vorhanden ist). Man erhält also die Vorteile der Integration, ohne die Bewegung im wiedergegebenen Bild zu behindern.

Die beschriebene Anordnung ist im Grunde ein von Bildelement zu Bildelement veränderbares Kammfilter, das für einige Bildelemente sehr schmale "Zinken" und für andere Bildelemente breitere Zinken hat, je nachdem, wie stark die Bewegung eines bestimmten Bildelements zwischen aufeinanderfolgenden Vollbildern ist. Daher ändert sich die Verbesserung des Rauschabstandes entsprechend der von Vollbild zu Vollbild stattfindenden Bewegung, d.h. wenn die

Bewegung ein vorbestimmtes Maß überschreitet, tritt keine Rauschverminderung ein, und wenn wenig oder keine Bewegung stattfindet, ist die Rauschverminderung maximal. Diese Eigenschaft der Anordnung ist graphisch mit der Kurve in Fig. 3 veranschaulicht, welche die Verbesserung des Rauschabstandes für verschiedene Werte von  $a$  aufzeigt. Man erkennt, daß die Rauschabstandsverbesserung vom Wert 0 bei  $a = 0$  (d.h. wenn nur das gegenwärtige Videosignal auf die Ausgangsleitung gekoppelt wird) bis zu einem Maß von ungefähr 13 db geht, wenn  $a$  einen Wert von ungefähr 0,9 bekommt, und daß die Rauschabstandsverbesserung theoretisch unendlich wird, wenn  $a$  gleich 1 wird (in diesem Fall wird nur das gespeicherte Signal auf den Ausgang der Anordnung gekoppelt).

Die Kurve in Fig. 4 zeigt die effektive Integrationszeitkonstante der Anordnung nach Fig. 1 als Funktion des Übertragungskoeffizienten  $a$ . An der links liegenden Ordinate ist die Zeitkonstante als Anzahl von Vollbildern aufgetragen, deren jedes eine dreißigstel Sekunde dauert. Die rechts liegende Ordinate gibt das Absolutmaß der Integrationszeitkonstanten in Sekunden wieder. Für kleine Werte von  $a$ , wie sie im Falle einer beträchtlichen Bewegung zwischen dem gespeicherten und dem gegenwärtigen Videosignal gelten, ist die Zeitkonstante relativ kurz, was gleichbedeutend mit einer Verbreiterung der Zinken des Kammfilters ist. Bei größeren Werten von  $a$  wird eine größere Anzahl aufeinanderfolgender Vollbilder integriert, was den Effekt einer Verschmälerung der Zinken des Kammfilters hat und somit eine stärkere Rauschverminderung bedeutet.

Obwohl der Rauschunterdrücker vorstehend in einer für das NTSC-System ausgelegten Ausführungsform beschrieben wurde, kann es mit geeigneter Modifikation der das gespeicherte Videosignal zurück zum Summierer koppelnden Schaltung auch in Verbindung mit anderen bekannten Systemen verwendet werden. Für das PAL-System beispielsweise wäre der Farbinverter 18 durch eine Farbart-Korrekturschaltung zu ersetzen, welche den Phasenwinkel der Farbartkomponente des gespeicherten Signals so ändert, daß diese Komponente phasenrichtig mit der Farbartkomponente des gegenwärtigen Videosignals addiert wird. Ähnlich wird ein Kenner des mit fre-



quenzmodulierter Farbartkomponente arbeitenden SECAM-Systeme ohne weiteres finden können, in welcher Weise die Farbartkomponente von Vollbild zu Vollbild einzustellen ist, um sie mit der Farbartkomponente des gegenwärtigen Videosignals richtig addieren zu können. Allgemein gesagt benötigt man für die Farbart-Korrekturschaltung sowohl im Falle des PAL-Systems als auch im Falle des SECAM-Systems ein Filter zum Trennen der Farbartkomponente von der Leuchtdichtekomponente, eine Einrichtung zur Vornahme der jeweils passenden Korrektur an der Farbartkomponente und eine Einrichtung, welche die korrigierte Farbartkomponente vor der Zuführung zur Summierungsanordnung wieder mit der abgetrennten Leuchtdichtekomponente vereinigt.

Ferner ist zu erwähnen, daß die für die Ausführungsform nach Fig. 2 angegebenen Werte  $1/4$ ,  $1/2$  und  $3/4$  für den Koeffizienten  $a$  lediglich ein Beispiel sind. Theoretisch gibt es insbesondere in einer digitalen Anordnung keine Beschränkung für die Gesamtanzahl der verschiedenen Werte, die der Koeffizient  $a$  im Betrieb annehmen kann. Diese Anzahl ist nur aufgrund praktischer Überlegungen begrenzt, z.B. durch das Maß an Schaltungsaufwand, den man zur Erzielung eines gewünschten Maßes an Rauschabstandsverbesserung noch in Kauf zu nehmen wünscht.

Das System nach Fig. 1 wurde vorstehend unter dem Aspekt seiner Fähigkeit beschrieben, Rauschanteile in einem Farbfernsehsignal vermindern zu können. Das Prinzip, die Anteile des gespeicherten und des gegenwärtigen Videosignals als Funktion der Bewegung zwischen vergangenen Signalen und gegenwärtigem Signal zu ändern, ist jedoch auch bei monochromatischem Fernsehen mit Vorteil anwendbar. Für die Anwendung beim Schwarz/Weiß-Fernsehen wäre die Farbart-Korrekturschaltung einfach wegzulassen.

In der Fig. 5 ist mit Hilfe von Funktionsblöcken eine etwas anders ausgebildete Einrichtung zur Verbesserung des Rauschabstandes bei einem Farbfernsehsignal dargestellt. Auch diese Einrichtung wird in Verbindung mit dem NTSC-Fernsehsystem und als digitale Ausführungsform beschrieben. Wie im Falle des Systems nach

Fig. 1 kann auch diese Einrichtung durch geeignete Modifikation an andere bekannte Fernsehnormen angepaßt werden und auch mit Analogbausteinen realisiert werden.

Das auf einer Eingangsleitung 10 ankommende gegenwärtige Videosignal, das in Pulscodemodulation nach einem 8-Bit-Code verschlüsselt sei, wird einer Multiplizierschaltung 82 zugeführt, welche die Amplitude des gegenwärtigen Videosignals mit dem Faktor  $1/N+1$  multipliziert und das resultierende Signal auf einen Eingang einer Summierschaltung 84 gibt. Die Bedeutung des Ausdrucks "N" wird im weiteren Verlauf der Beschreibung noch erkennbar werden. Das Ausgangssignal der Summierschaltung (Addierer) 84 wird einer Verzögerungseinrichtung 86 zugeführt, deren Verzögerungszeit im wesentlichen gleich einer Vollbildperiode ist. Die Verzögerungszeit der Einrichtung 86 entspricht genauer gesagt der Dauer von 525 Bildzeilen (525 H) abzüglich der Laufzeiten, die das von der Einrichtung 86 kommende gespeicherte Signal auf seinem Wege bis zum zweiten Eingang des Addierers 84 benötigt. Die Verzögerungseinrichtung 86 kann wie im Falle der Fig. 1 ein handelsüblicher digitaler Vollbildspeicher sein. Das in der Verzögerungseinrichtung 86 gespeicherte Signal wird einem Farbinverter 88 zugeführt, der in Form und Funktion dem Farbartinverter 18 nach Fig. 1 gleicht und dessen wiedervereinigtes Ausgangssignal auf eine zweite Multiplizierschaltung 90 gegeben wird, die das verzögerte bzw. gespeicherte Signal mit dem Faktor  $N/N+1$  multipliziert. Das resultierende Signal am Ausgang der Multiplizierschaltung 90 wird dem zweiten Eingang des Addierers 84 zugeführt. Insoweit ist zu erkennen, daß ein Amplitudenbruchteil des gegenwärtigen Videosignal einem demgegenüber anderen Amplitudenbruchteil des farbartkorrigierten gespeicherten Signals hinzuaddiert wird, wobei die Summe der beiden Übertragungskoeffizienten gleich 1 ist. An der Ausgangsleitung 93 wird ein Videosignal mit vermindertem Rauschanteil erhalten.

Bei dieser Ausführungsform ist das Verhältnis zwischen den miteinander addierten Amplitudenbruchteilen des gegenwärtigen und

des gespeicherten Videosignals bestimmt durch die Länge der Zeit (d.h. die Anzahl der durchgelaufenen Vollbilder), die seit der Erfassung einer Bewegung in einem Bildelement verstrichen ist. Hierzu ist ein Anhängeregister 92 vorgesehen, das eine Verlängerung des in der Verzögerungseinrichtung 86 verwendeten Vollbildspeichers sein kann, um die Anzahl der Vollbilder zu zählen, die verstrichen sind, seit zum letzten Male eine Bewegung in einem gegebenen Bildelement gefühlt wurde. Die Kapazität des Anhängespeicher 92 reicht aus, um ein Wort der Länge "N" für jedes Bildelement zu speichern, wobei N die Anzahl der Vollbilder seit dem Fühlen einer Bewegung bei jedem Bildelement ist. Da es nicht notwendig ist, mehr als 7 oder 8 vergangene Vollbilder zu integrieren, kann der Wert für die Zahl N leicht in einem 3-Bit-Register gespeichert werden. Der Wert N wird den Multiplizierschaltungen 82 und 90 zugeführt, so daß sich deren Übertragungskoeffizienten im Gleichlauf abhängig von den Änderungen des Werts N ändern. Man erkennt nun, daß wenn z.B. seit der zuletzt gefühlten Bewegung 7 Vollbilder vergangen sind (d.h.  $N = 7$ ), ein Achtel des gegenwärtigen Videosignals mit sieben Achteln des gespeicherten Videosignals addiert wird und die Summe der Verzögerungseinrichtung 86 zugeführt wird. In ähnlicher Weise wird, wenn nur zwei Teilbilder seit der zuletzt gefühlten Bewegung vergangen sind, ein Drittel des gegenwärtigen Videosignals dem Addierer 84 zugeführt und dort mit zwei Dritteln des gespeicherten Videosignals addiert.

Zur Bestimmung des Werts von N wird das auf der Leitung 80 ankommende Videosignal mit dem vom Farbinverter 88 kommenden verzögerten oder gespeicherten Videosignal in einer Vergleichsschaltung 94 verglichen, dessen Funktion darin besteht, eine Bewegung zwischen dem ankommenden und dem gespeicherten Videosignal zu fühlen, und zwar Bildelement für Bildelement. Die Vergleichsschaltung 94 kann wie die im linken Teil der Fig. 2 dargestellte Anordnung ausgebildet sein. Das heißt, sie kann einen Differenzverstärker enthalten, dessen beiden Eingängen die einander entsprechenden Bits des codierten ankommenden Signals und des codierten gespeicherten Videosignals zugeführt werden, so-

wie einen Integrationsvergleich, der die am Ausgang des Differenzverstärkers gelieferte Differenzzahl mit einer vorgewählten Integrationsbezugszahl vergleicht, deren Wert durch ein in Fig. 5 mit 96 bezeichnetes Glied "Schwellenwertjustierung" eingestellt werden kann. Falls der Vergleich eine Differenzgröße liefert, die den voreingestellten Schwellenwert nicht übersteigt, dann wird auf einer ersten Ausgangsleitung 98 ein Signal geliefert, welches anzeigt, daß in diesem ankommenden gerade verglichenen Vollbild "keine Änderung" erfolgen soll. Dieses Signal wird über eine Torschaltung 100, die mit Hilfe von aus dem ankommenden Videosignal abgeleiteten Taktimpulsen betätigt wird, dem Anhängespeicher 92 zum Zwecke der Zählung zugeführt. Solange die gefühlte Bewegung zwischen aufeinanderfolgenden ankommenden Vollbildern und dem gespeicherten Videosignal kleiner ist als das voreingestellte Schwellenmaß, empfängt der Anhängespeicher diese Signale "keine Änderung", so daß sich der Wert von N erhöht (dieser Wert ist wie oben erwähnt gleich der Anzahl der Vollbilder des ankommenden Videosignals, die vergangen sind, seit die über dem Schwellenwert liegende Bewegung gefühlt wurde).

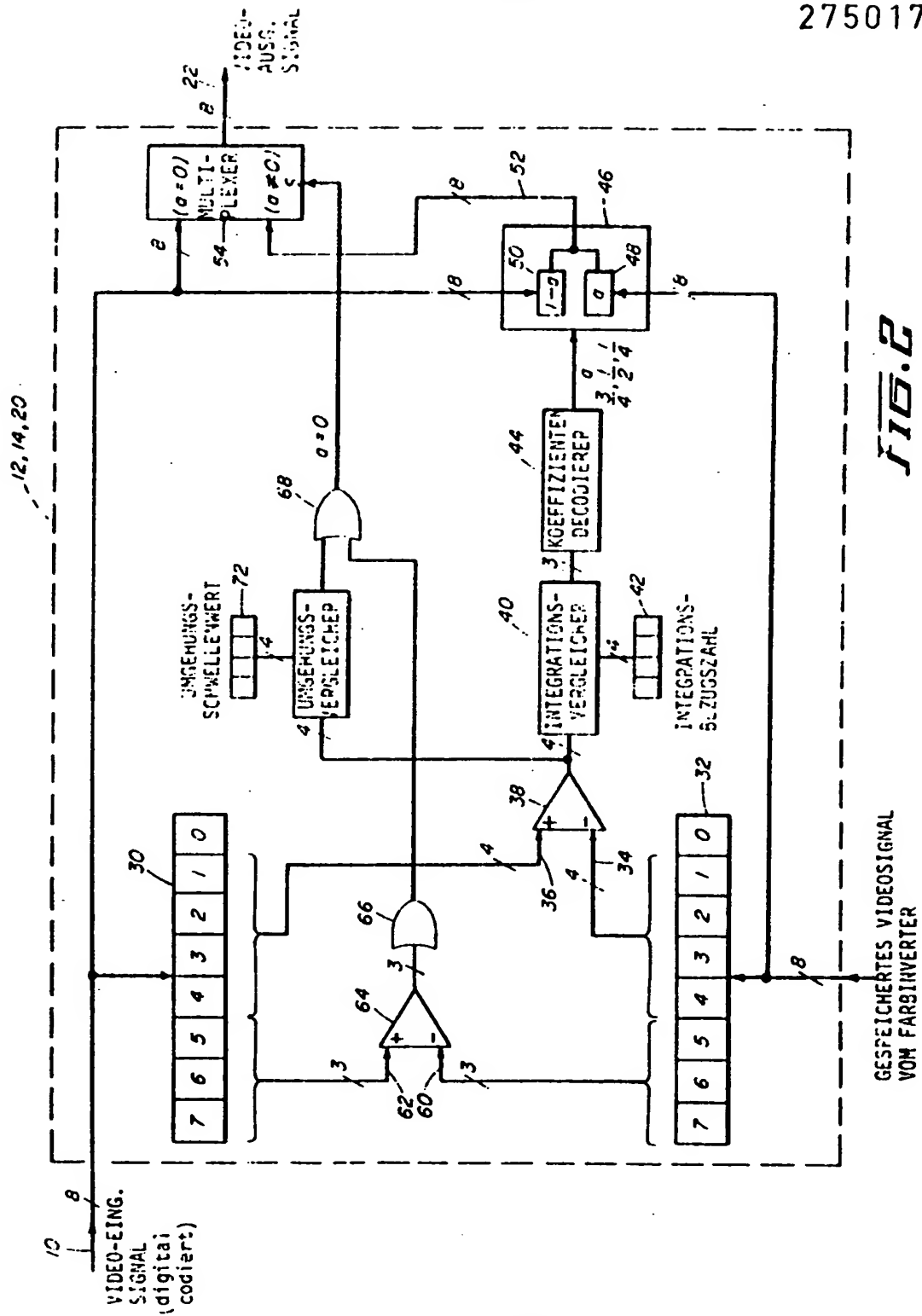
Wenn jedoch der Vergleich des ankommenden mit dem gespeicherten Videosignal zu einer über dem Schwellenwert liegenden Differenzgröße führt, womit eine relativ hochgradige Bewegung in einem gegebenen Bildelement angezeigt wird, dann erzeugt die Vergleichsschaltung auf der Ausgangsleitung 102 ein Signal, das bei Zuführung zum Anhängespeicher 92 das Register zurücksetzt und dadurch den Wert von N auf 0 bringt. Wenn dies geschieht, wird auch der Wert der Verhältnisgröße  $N/N+1$  gleich 0, und die Verhältnisgröße  $1/N+1$  wird gleich 1. Das heißt, der Addierer 84 empfängt nichts vom gespeicherten Signal, und nur das ankommende Videosignal wird der Verzögerungseinrichtung 86 zugeführt und dann als Ausgangssignal erhalten. Wenn also die gefühlte Bewegung geringer ist als das vorgewählte Schwellenmaß (dessen Höhe eingestellt werden kann), dann fährt die Anordnung fort, den Mittelwert der vorangegangenen und der ankommenden Vollbilder zu bilden und einen immer größer werdenden Anteil des gespeicherten Video-

signals auf den Addierer zu geben. Wenn die Bewegung das vorbestimmte Schwellenmaß überschreitet, wird nur das gegenwärtige Videosignal zur Ausgangsleitung durchgelassen. Es sei erwähnt, daß in der Periode unmittelbar nach dem Fühlen einer die vorbestimmte Schwelle überschreitenden Bewegung der Wert von N auf 1 geht, falls nicht eine solche übermäßige Bewegung im nächstfolgenden ankommenden Vollbild vorhanden ist, so daß die Hälfte der Amplitude dieses Vollbildes mit dem nächstfolgenden ankommenden Vollbild addiert wird und somit die rauschvermindernde Wirkung sehr schnell eintritt. Auf diese Weise wird das Rauschen, das in den unmittelbar vorhergehenden Vollbildern enthalten war, nicht "eingefroren".

Die Anordnung nach Fig. 5 wirkt wie ein "idealer" Integrator, indem sie Bildelemente des gegenwärtigen oder ankommenden Vollbildes mit denselben Bildelementen von N vorangegangenen Vollbildern alle in selbem Gewicht addiert, so daß die höchstmögliche Rauschabstandsverbesserung erzielt wird, und dies mit nur einer einzigen Verzögerungseinrichtung. Die Anordnung ist im wesentlichen eine Art rekursives Filter, das eine ideale Rauschabstandsverbesserung bringt und dennoch nur eine Verzögerungseinrichtung mit der Speicherkapazität eines Vollbildes gemeinsam mit einem geeigneten Register benötigt, das die Anzahl der zur Mittelwertbildung herangezogenen Proben zählt.

Obwohl die beiden Anordnungen nach den Figuren 1 und 5 mit unterschiedlichen Methoden der Mittelwertbildung arbeiten, ist ihr gemeinsames Merkmal die Funktion, das Verhältnis zwischen den Amplitudenbruchteilen der zu addierenden und zu mittelnden ankommenden und gespeicherten Videosignale abhängig von der Bewegung zwischen dem ankommenden und den gespeicherten Videosignalen zu steuern. Vorstehend wurden zwei spezielle Ausführungsformen der Erfindung und einige Modifikationen zur Anpassung dieser Ausführungsformen an andere Anwendungsarten beschrieben. Diese Modifikationen liegen ebenso wie andere mögliche Abwandlungen im Reich der Erfindung, dessen allgemeiner Gedanke in den Patentansprüchen darzustellen versucht wird.

29  
Leerseite



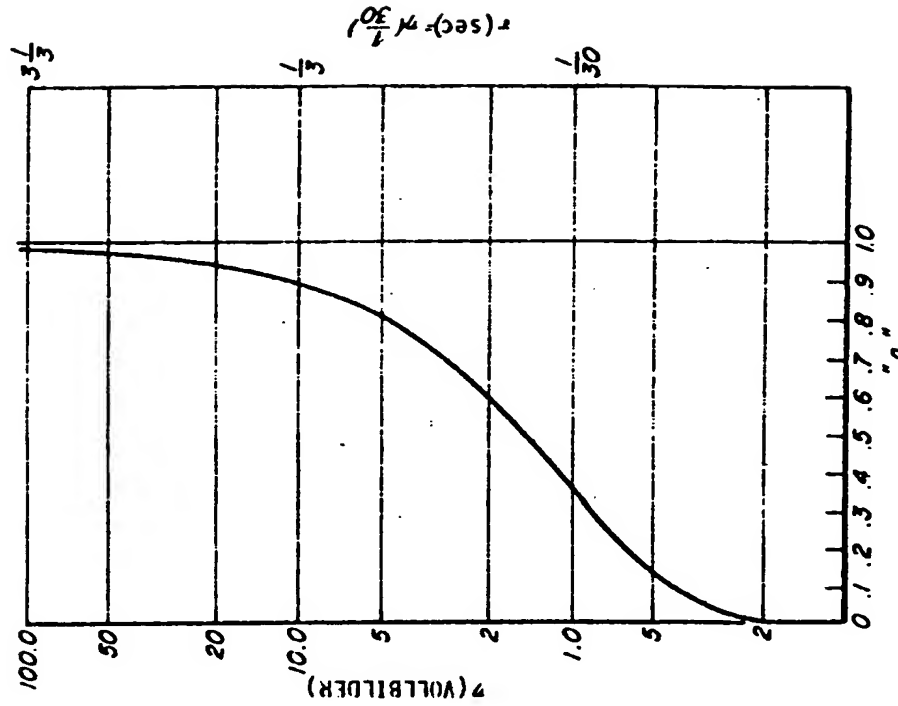


FIG. 4

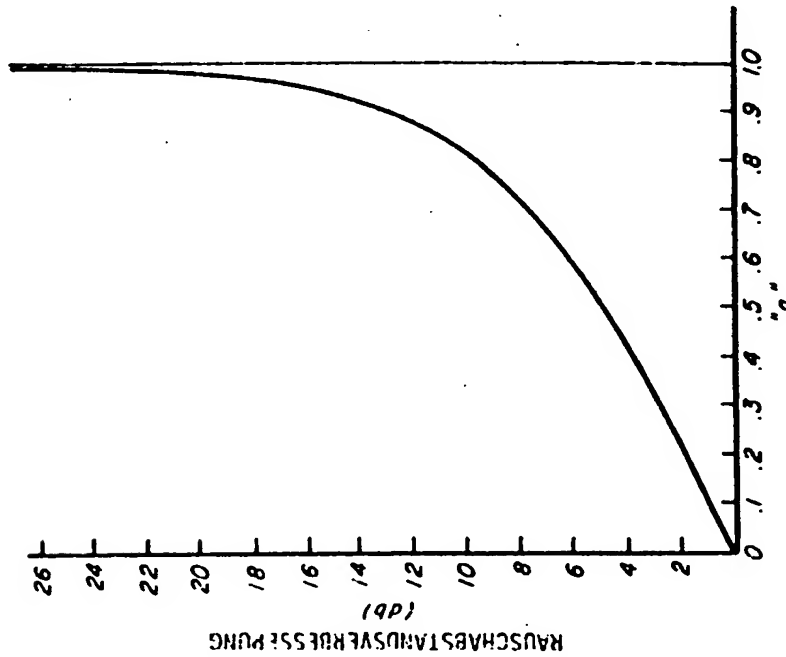
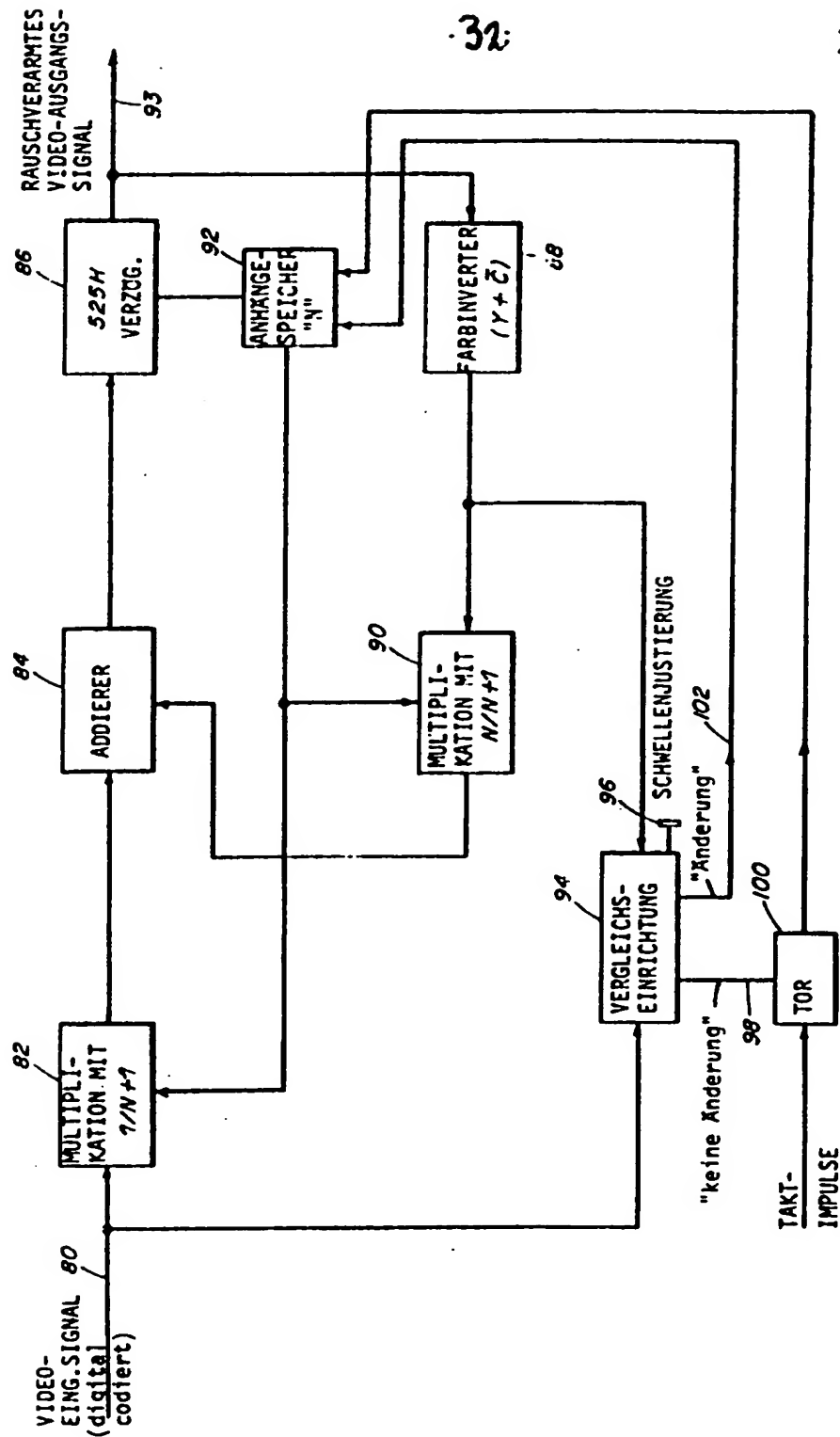


FIG. 3





**Fig. 5**

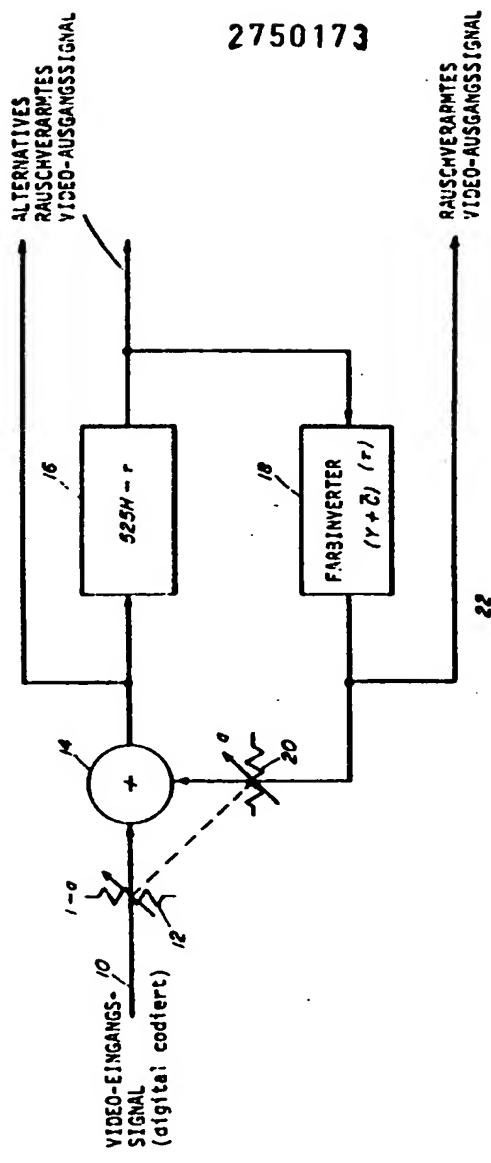


FIG. 1